

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

(51)Int.Cl.<sup>°</sup>

G02B 5/30

27/46

識別記号

庁内整理番号

FI

G02B 5/30

27/46

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 6 FI (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平10-33634

(22)出願日 平成10年(1998)1月30日

(71)出願人 000104722

キンセキ株式会社

東京都狛江市和泉本町1丁目8番1号

(72)発明者 若林 小太郎

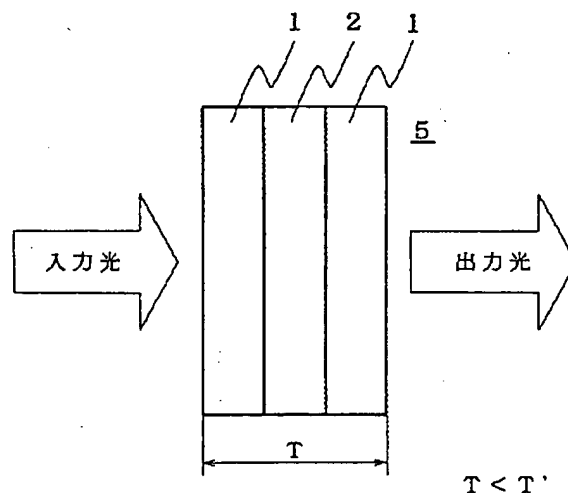
東京都狛江市和泉本町1丁目8番1号 キンセキ株式会社内

(54)【発明の名称】 光学ローパスフィルタ

(57)【要約】

【目的】 レンズによって結像された映像信号を固体撮像素子で電気信号に変換する際に発生する、電気回路などの信号処理では取り除くことが困難な多重像歪みである疑似信号(モアレ状)を効率よく減衰する光学ローパスフィルタを小型化、軽量化し、かつ生産コストの低減を図ることにある。

【構成】 水晶板の両主面あるいは片面に高複屈折率を持つニオブ酸リチウムの複屈折板を貼り合わせた複数枚から成る光学ローパスフィルタで、高複屈折率の複屈折板の両主面には反射防止膜の成膜は必要とするが水晶板には反射防止膜は不要とし製造コストを低減する。また、水晶と結晶構造を異にするニオブ酸リチウムを用いることにより複屈折板の板厚みを薄くでき、水晶板との組合せにより光学ローパスフィルタ全体の板厚みを大幅に削減し薄くすることで目的を達成した。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 水晶複屈折板同士を複数枚貼り合わせて構成する光学ローパスフィルタにおいて、該複屈折板の少なくとも 1 枚以上を複屈折率が水晶板と異なる結晶構造を持つ単結晶板を接着剤を用いて貼り合わせて構成することを特徴とする光学ローパスフィルタ。

【請求項 2】 水晶複屈折板と水晶位相板を複数枚貼り合わせて構成する光学ローパスフィルタにおいて、該複屈折板の少なくとも 1 枚以上を複屈折率が水晶板と異なる結晶構造を持つ単結晶板を接着剤を用いて貼り合わせて構成することを特徴とする光学ローパスフィルタ。

【請求項 3】 水晶複屈折板同士を複数枚貼り合わせて構成する光学ローパスフィルタにおいて、水晶板と異なる複屈折率を持つ該複屈折板と該複屈折板との間には水晶板を配置し、該複屈折板の両主面には反射防止膜を成膜して接着剤により貼り合わせてあることを特徴とする光学ローパスフィルタ。

【請求項 4】 水晶複屈折板と水晶位相板を複数枚貼り合わせて構成する光学ローパスフィルタにおいて、水晶板と異なる複屈折率を持つ該複屈折板と該複屈折板との間には水晶板を配置し、該複屈折板の両主面には反射防止膜を成膜して接着剤により貼り合わせてあることを特徴とする光学ローパスフィルタ。

【請求項 5】 前記の複屈折率が異なる結晶はニオブ酸リチウムを用いることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 4 記載の光学ローパスフィルタ。

【請求項 6】 請求項 1 ないし請求項 4 において、各板を貼り合わせるのに用いる接着剤は、屈折率が 1.40 ~ 1.70 のものを用いたことを特徴とする光学ローパスフィルタ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 複屈折板を複数枚貼り合わせて構成する光学ローパスフィルタで、光線分離巾を大きくしても光学ローパスフィルタ全体の厚みを薄くすることを實現する光学ローパスフィルタに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 光学ローパスフィルタはビデオカメラのレンズによって結像された映像信号の特に高周波成分を減衰させることを目的として産業用ビデオカメラから民生用、一般家庭用ビデオカメラまで広範囲に導入されている。ビデオカメラのレンズで得た受像映像は、固体撮像素子 (CCD) で電気信号に変換されるが、変換時にビデオカメラのレンズによって結像された映像の中に固体撮像素子のサンプリング周波数の  $1/2$  以上の高周波成分が含まれると、モアレ状の疑似信号が発生してしまい、この疑似信号は電気回路などの信号処理では取り除くことが困難である。

【0003】 光学ローパスフィルタは一般的に水晶複屈折板同士、あるいは水晶複屈折板と水晶位相板を複数枚接着剤で貼り合わされたものが用いられており、電気回路などの信号処理では取り除くことが困難な疑似信号を、ビデオカメラのレンズによって結像された映像信号が固体撮像素子に到達する間に光学ローパスフィルタを配置することにより疑似信号の発生を大幅に改善するものである。

【0004】 要するに、水晶複屈折板における光学ローパスフィルタとしての疑似信号の改善特性は複屈折による光線の分離幅、および光線の分離パターンで決定し、この分離幅は (水晶) 複屈折板の板厚に比例する。上述するように光学ローパスフィルタの板厚と分離幅とは複屈折板の屈折率に依存するもので、複屈折板に高複屈折率を持つニオブ酸リチウムの単結晶板を用いると光学ローパスフィルタ全体の厚みを薄くすることは既知のことである。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、昨今のビデオカメラ (特に家庭用ビデオカメラ) は小型化、軽量化、低価格化へと急激な展開を呈しており、これらの要求はビデオカメラの電子回路構成部、駆動メカニズムをはじめとしビデオカメラ全体に及ぶものは当然のことであり、レンズ回りに関しては物理的条件はあるものの可能な範囲で前述する要求を満たすことが望まれている。

【0006】 従来の技術に記述するように、現在の光学ローパスフィルタは水晶複屈折板を複数枚貼り合わせたものや、水晶複屈折板と水晶位相板を組み合わせたものが主流となっており、より光学ローパスフィルタの厚みを薄くするには高複屈折率の単結晶板を用いることで實現するものの、例えば複屈折板にニオブ酸リチウムを用いてそれを複数枚貼り付けて構成すると、各板間の不要反射を低減するため反射防止膜を各板の主面に成膜する必要性から製造コストが高くなったり、各板の屈折率を調整する屈折率を持つ接着剤の入手が難しいなどの課題がある。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】 前述する光学ローパスフィルタ自体の厚さと、それに起因する材料費を多く必要とするという課題を解決するために、本発明の一例は水晶位相板の両主面 (水晶複屈折板同士、あるいは水晶複屈折板と水晶位相板を複数枚接着剤を用いて貼り合わせる面) に水晶複屈折板を貼り合わせた 3 枚から成る光学ローパスフィルタの水晶複屈折板の材料を、水晶と結晶構造を異にするニオブ酸リチウムを用いることにより、光学ローパスフィルタ全体の板厚みを大幅に削減し薄くすることができる。

【0008】 また、ニオブ酸リチウムと水晶板を貼り合わせることで、各板を貼り合わせるのに用いる接着剤は従来から使用する屈折率が 1.40 ~ 1.70 のも

3  
 のが使用でき、ニオブ酸リチウムの複屈折板の両主面には反射防止膜を成膜するものの水晶板の両主面には反射防止膜は不要であり製造コストを低減し光学ローパスフィルタ全体を小型化、計量化することができた。

【0009】

【実施例】以下、添付図面に従ってこの発明の実施例を説明する。なお、各図において同一の符号は同様の対象を示すものとする。図1に本発明の光学ローパスフィルタ5の側面図である、水晶（位相）板2の両主面に複屈折板1を貼り合わせ、複屈折板1、水晶（位相）板2、複屈折板1の3枚構成の光学ローパスフィルタ5を示したものである。

【0010】複屈折板1の両主面には反射防止膜4（4a、4b）を成膜し、反射防止膜4の成膜を必要としない水晶板とを屈折率1.40～1.70の範囲で、一般的には屈折率1.52のエポキシ系あるいは、アクリル系の接着剤3により貼り合わされていて、図3（a）に示すような入力光と出力光の関係を生じさせるものである。

【0011】図3（b）はその様子を示す斜視図である。入力光（入射光）は1枚目の複屈折板1で常光線（実線）と異常光線（点線）の2点分離され、常光線と異常光線に分離した光線がそのまま水晶板を通過し、水晶板を通過することにより偏光を解消することができる。その後、もう1枚の複屈折板を通過することにより水晶板を通過した2つの光線を更に常光線と異常光線に

$$d/t = ((ne' - no') \times \sin \theta \times \cos \theta) / (no' \sin' \theta - ne' \cos' \theta) \dots (1)$$

ここで、no：常光線の屈折率 ne：異常光線の屈折率

d：複屈折板の分離幅、t：複屈折板の板厚み、θ：切断角度（45°）

【0015】上式（1）に設計条件を入力して計算するとニオブ酸リチウム複屈折板1のd/t（分離幅/厚み）は0.039438905であり、水晶複屈折板6のd/tは0.005906986となることから、今仮に複屈折板の分離幅d（15μm）の値を前式（1）に代入して、複屈折板の板厚みtを算出してやると、ニオブ酸リチウム複屈折板の板厚は0.380mm、水晶複屈折板の板厚は2.539mmを求めることができる。このとき、光学ローパスフィルタ5を構成する位相板は水晶（位相）板2を用いるものとする。

【0016】上述するように光学ローパスフィルタ5を構成する複屈折板と位相板との組合せで、複屈折板の結晶構造が高複屈折率を持つニオブ酸リチウム結晶板を用いることにより、従来の水晶複屈折板6に比べ光学ローパスフィルタ5の板厚みを薄くすることができる。また、本実施例ではニオブ酸リチウムの結晶板を複屈折板を用いたものとして記載しているが、水晶より高複屈折率を持つリン酸二水素カリウム（KDP）、リン酸二水

分離（4点分離）することにより、入力光をばかしモアレ現象を誘発する疑似信号を減衰した出力光を得ることができる。この場合、複屈折板の光線の分離幅は切断角（θ：主面と光学軸のなす角度）により変化するものでもある。

【0012】本発明では光学ローパスフィルタ5を構成する複屈折板1に、高複屈折率の結晶を持つニオブ酸リチウムを採用したものであり、一般的に用いられる水晶複屈折板6と比べて、疑似信号を減衰させる光線の分離幅効率が複屈折板1の厚みと複屈折板1の屈折率との割合で見た場合、ニオブ酸リチウム複屈折板1を用いた方が水晶複屈折板6を用いたものに比べて板厚が薄くても、光線の分離幅を効率良く得ることができ、反射防止膜4の成膜工数も削減することができる。（要するに水晶で複屈折板6で構成された光学ローパスフィルタ（図2）の板厚みをT'とし、ニオブ酸リチウム複屈折板1を用いた光学ローパスフィルタの板厚みをTとするとT<T'の関係となる）

【0013】上記のことを水晶複屈折板6とニオブ酸リチウム複屈折板1における理論値上の比較について記述する。設計条件としては水平方向への分離幅、垂直方向への分離幅を共に15μmとした4点分離の光学ローパスフィルタ5で設計波長を550nmとした時の理論値比較である。なお、光学ローパスフィルタ5に使用する複屈折板の分離幅は次式（1）で求められる。

【0014】

素アンモニウム（ADP）、方解石（CaCO<sub>3</sub>）などの結晶体のものであれば同様の効果を得ることができる。

【0017】なお、本実施例では水晶（位相）板2の両主面に複屈折板を貼り合わせ、複屈折板、水晶（位相）板2、複屈折板の3枚構成の光学ローパスフィルタ5で、複屈折板全てをニオブ酸リチウムの結晶板を用いているが、いずれか片方の複屈折板に水晶板を用いることもできる。

【0018】

【発明の効果】本発明により光学ローパスフィルタを構成する複屈折板の主面の反射防止膜4の成膜工数を削減しかつ、板厚みを薄くしても複屈折板の分離幅を効率良く得ることができた。このことにより、光学ローパスフィルタ全体の板厚みを大幅に薄くすることができ、光学ローパスフィルタの小型化と軽量化を実現することにより材料の削減も行うことができた。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光学ローパスフィルタの側面図である。

【図2】従来の光学ローパスフィルタの側面図である。

【図3】光学ローパスフィルタの概念図を説明する斜視

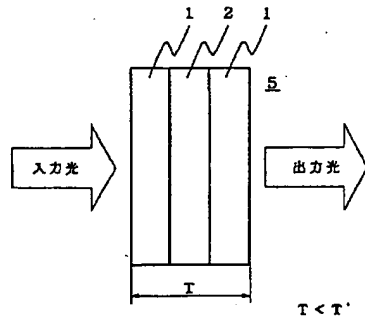
図である。

【符号の説明】

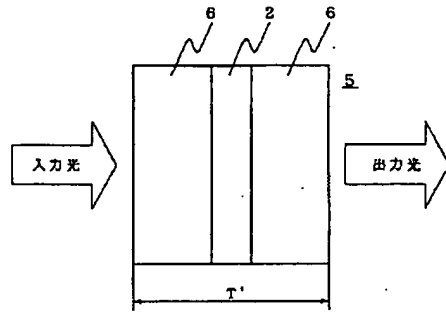
1 複屈折板  
2 水晶板

3 接着剤  
4 ( 4 a、4 b ) 反射防止膜  
5 光学ローパスフィルタ

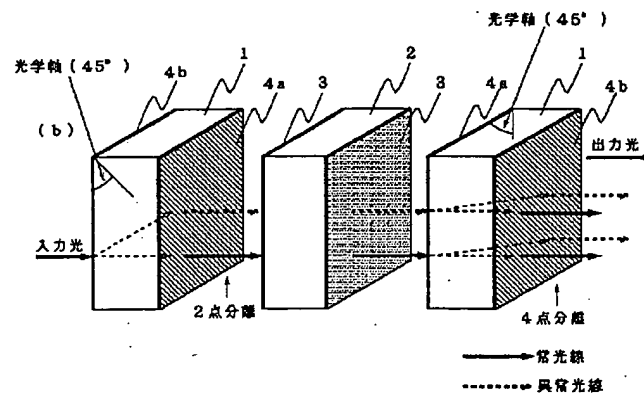
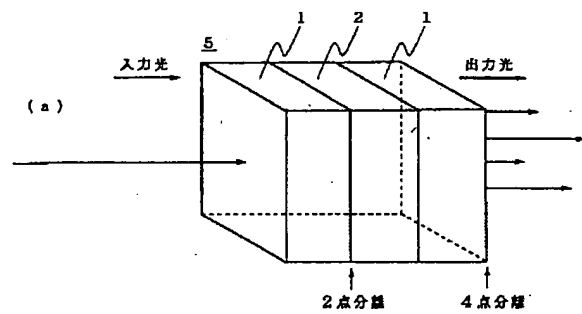
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【手続補正書】

【提出日】平成 1 0 年 3 月 4 日

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 1 1

【補正方法】変更

【補正内容】

【0 0 1 1】図 3 ( b ) はその様子を示す斜視図である。入力光 ( 入射光 ) は 1 枚目の複屈折板 1 で常光線 ( 実線 ) と異常光線 ( 点線 ) の 2 点分離され、常光線と異常光線に分離した光線がそのまま水晶板を通過し、水

晶板を通過することにより偏光を解消することができ  
 る。その後、もう 1 枚の複屈折光を通過することにより  
 水晶板を通過した 2 つの光線を更に常光線と異常光線に  
 分離（4 点分離）することにより、入力光をぼかしモア  
 レ現象を誘発する疑似信号を減衰した出力光を得ること  
 ができる。この場合、複屈折板の光線の分離幅は切断角  
 （ $\theta$ ：主面法線と光学軸のなす角度）により変化するも

のでもある。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 1 4

【補正方法】変更

【補正内容】

【0 0 1 4】

$$d/t = ((ne' - no') \times \sin \theta \times \cos \theta) / (no' \sin' \theta \pm ne' \cos' \theta) \dots (1)$$

ここで、 $no$ ：常光線の屈折率  $ne$ ：異常光線の屈折  
 率

$d$ ：複屈折板の分離幅、 $t$ ：複屈折板の板厚み、 $\theta$ ：切  
 断角度（45°）

OPTICAL LOWPASS FILTER

Japanese Unexamined Patent No. Hei-11-218612

Laid-open on: August 10, 1999

Application No. Hei-10-33634

Filed on: January 30, 1998

Inventor: Kotaro WAKABAYASHI

Applicant: Kinseki, Limited

SPECIFICATION

[TITLE OF THE INVENTION] OPTICAL LOWPASS FILTER

[ABSTRACT]

[Object] To reduce the size, weight, and manufacturing cost of an optical lowpass filter which can efficiently attenuate false signals (moire) which are multiplex image distortions and are difficult to be eliminated by signal processing of electric circuits.

[Composition] The manufacturing cost of an optical lowpass filter composed of a plurality of plates, that is, formed by adhering birefringent plates of lithium niobate with a high birefringence to both main surfaces or one surface of a crystal plate is reduced by eliminating the necessity of a reflection preventive film on the crystal plate although reflection

preventive films are necessary on both main surfaces of the birefringent plates with a high birefringence. In addition, the use of lithium niobate which has a crystal structure different from that of crystal allows reduction in the thickness of the birefringent plates, and due to combination with the crystal plate, the entire optical lowpass filter is significantly reduced in the thickness to become thin, whereby the abovementioned object is achieved.

[WHAT IS CLAIMED IS;]

[Claim 1] An optical lowpass filter composed of a plurality of crystal birefringent plates adhered together, wherein at least one or more of said birefringent plates are formed by adhering monocrystal plates by an adhesive which have a crystal structure whose birefringence is different from that of a crystal plate.

[Claim 2] An optical lowpass filter composed of a plurality of crystal birefringent plates and a crystal phase plate which are adhered together, wherein

at least one or more of said birefringent plates are formed by adhering monocrystal plates by an adhesive which have a crystal structure whose birefringence is different from that of a crystal plate.

[Claim 3] An optical lowpass filter composed of a plurality

of crystal birefringent plates adhered together, wherein a crystal plate is disposed between said birefringent plates having a birefringence different from that of the crystal plate, and reflection preventive films are formed on both main surfaces of said birefringent plates and adhered by an adhesive.

[Claim 4] An optical lowpass filter composed of a plurality of crystal birefringent plates and a crystal phase plate adhered together, wherein

a crystal plate is disposed between said birefringent plates having a birefringence different from that of the crystal plate, and reflection preventive films are formed on both main surfaces of said birefringent plates and adhered by an adhesive.

[Claim 5] An optical lowpass filter as set forth in Claim 1 through Claim 4, wherein lithium niobate is used for the abovementioned crystal having a different birefringence.

[Claim 6] An optical lowpass filter as set forth in Claim 1 through Claim 4, wherein the adhesive for adhering the plates has a refractive index of 1.40 to 1.70.

[DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION]

[0001]

[Field of the Invention] The present invention relates to an optical lowpass filter composed of a plurality of birefringent plates adhered together, which realizes a reduction in the

thickness of the entirety of the optical lowpass filter even while increasing the width of light division.

[0002]

[Prior Arts] Optical lowpass filters have been introduced to a wide range of applications from industrial video cameras to public video cameras and home video cameras for the purpose of attenuation of, especially, high frequency components in a signal of an image formed by the lens of a video camera. An image received through a lens of a video camera is converted into an electric signal by a solid-state image pickup device (CCD), however, when converting, if high frequency components that account for half or more of a sampling frequency of the solid-state image pickup device are contained in the image formed by the lens of the video camera, a moire-like false signal is generated, and this false signal is difficult to eliminate by signal processing of the electric circuits.

[0003] A general optical lowpass filter uses crystal birefringent plates adhered together, or a plurality of crystal birefringent plates and a crystal phase plate adhered together, and the optical lowpass filter is interposed before the image signal formed by the lens of the video camera reaches the solid-state image pickup device to significantly suppress the generation of false signals.

[0004] In other words, the characteristics of the optical lowpass filter including crystal birefringent plates for preventing false signals are determined depending on the width of division of a light ray due to birefringence and the division pattern of the light ray, and this width of division is in proportion to the thickness of the (crystal) birefringent plate. As mentioned above, it is generally known that the thickness of the optical lowpass filter and the width of division depend on the refractive index of the birefringent plates, and the use of monocrystal plates of lithium niobate having a high birefringence for the birefringent plates reduces the thickness of the entire optical lowpass filter.

[0005]

[Themes to be Solved by the Invention] However, recently video cameras have been rapidly developed to realize compactness, lightweight, and a low cost, and it is natural that these demands extend to each part of the entire video camera such as the electronic circuitry, the drive mechanism and others in a video camera, and it has been demanded that the abovementioned conditions regarding the surroundings of the lens are satisfied as far as possible although there are physical limitations.

[0006] As mentioned above in the prior-art, an optical lowpass filter composed of a plurality of crystal birefringent plates

adhered together and an optical lowpass filter composed of a combination of crystal birefringent plates and a crystal phase plate are the mainstream in the field of current optical lowpass filters, and a further reduction in the thickness of the optical lowpass filter is realized by using monocrystal plates with a high birefringence, however, if a plurality of birefringent plates of lithium niobate are adhered and used, formation of reflection preventive films on the main surfaces of the plates becomes necessary for suppressing unnecessary reflection between the plates, so that the manufacturing cost is increased, and it is difficult to acquire an adhesive with a refractive index which adjusts the refractive index of each plate.

[0007]

[Means for Solving Themes] In order to solve the abovementioned problems of the thickness of the optical lowpass filter itself and the high cost for the material due to the thickness, in an example of the invention, lithium niobate having a crystal structure different from that of crystal is used for the material of an optical lowpass filter composed of three plates formed by adhering crystal birefringent plates on both main surfaces of a crystal phase plate (both surfaces of crystal birefringent plates to be adhered with each other by an adhesive or both surfaces of a plurality of crystal birefringent plates to be

adhered with a crystal phase plate by an adhesive), whereby the thickness of the entire optical lowpass filter can be significantly reduced to be thin.

[0008] Furthermore, by adhering lithium niobate and the crystal plates together, an adhesive with a refractive index of 1.40 to 1.70 which has been conventionally used can be used to adhere the plates, reflection preventive films are unnecessary on both main surfaces of the crystal plates although reflection preventive films are deposited on both main surfaces of the birefringent plates of lithium niobate, whereby the manufacturing cost, the size and the weight of the entire lowpass filter can be reduced.

[0009]

[Preferred Embodiment] Hereinafter, the embodiment of the invention shall be described with reference to the attached drawings. In the figures, the same components show the same objects. Fig. 1 is a side view of an optical lowpass filter of the invention, that is, optical lowpass filter 5 composed of three plates including birefringent plate 1, crystal (phase) plate 2, and birefringent plate 1, wherein the birefringent plates 1 are adhered to both main surfaces of the crystal (phase) plate 2.

[0010] Reflection preventive films 4 (4a, 4b) are deposited

on both main surfaces of the birefringent plates 1, and adhered to the crystal plate on which deposition of the reflection preventive film 4 is not necessary by epoxy-based or acryl-based adhesive 3 with a refractive index of 1.40 to 1.70, and generally, 1.52, whereby a relationship between input light and output light as shown in Fig. 3(a) is established.

[0011] Fig. 3(b) is a perspective view showing the condition of the abovementioned relationship. The input light (incident light) is divided into two, a normal light ray (solid line) and an abnormal light ray (dotted line) by the first birefringent plate 1, and the divided light rays of the normal ray and abnormal ray are transmitted through the crystal plate as they are, and their transmission through the crystal plate eliminates polarization. Thereafter, the rays are transmitted through another birefringent plate, whereby the two light rays transmitted through the crystal plate are further divided into normal light rays and abnormal light rays (four-division), whereby the incident light is blurred and output light in which false signals which lead to the moire phenomenon are attenuated can be obtained. In this case, the width of division of the light ray by the birefringent plates changes depending on the cut angle ( $\theta$ : angle between the main surface and the optical axis).

[0012] In the invention, lithium niobate having a crystallinity with a high birefringence is employed for the birefringent plates 1 comprising the optical lowpass filter 5, and in comparison with crystal birefringent plates 6 which have been generally used, in terms of the ratio of the thickness of the birefringent plate 1 and the refractive index of the birefringent plate 1, the width of division of a light ray to attenuate false signals is more efficiently obtained in the case where lithium niobate is used for the birefringent plates 1 than in the case where crystal birefringent plates 6 are used even if the plates are thin, and therefore, the number of processes for depositing the reflection preventive films 4 can be reduced. (In short, when the thickness of the optical lowpass filter (Fig. 2) using crystal birefringent plates 6 is expressed by  $T'$ , and the thickness of the optical lowpass filter using lithium niobate birefringent plates 1 is expressed by  $T$ , a relationship of  $T < T'$  is established.)

[0013] This shall be described by comparing the theoretical values of the crystal birefringent plates 6 and the lithium niobate birefringent plates 1. These theoretical values are under conditions of a design where both the width of horizontal division and the width of vertical division are set to  $15\mu\text{m}$ , and the designed wavelength of the four-division type optical

lowpass filter is set to 550nm. The width of division by the birefringent plates used for the optical lowpass filter is determined by the following formula (1).

[0014]

$$d/t = ((n_e^2 - n_o^2) \times \sin\theta \times \cos\theta) / (n_o^2 \sin^2\theta - n_e^2 \cos^2\theta) \dots (1)$$

Herein,  $n_o$ : refractive index of the normal light ray,  $n_e$ : refractive index of the abnormal light ray,  $d$ : width of division by the birefringent plate,  $t$ : thickness of the birefringent plate,  $\theta$ : cut angle ( $45^\circ$ )

[0015] When a calculation is performed by inputting the conditions of a design into the above formula (1), the  $d/t$  (the width of division/thickness) of the lithium niobate birefringent plate 1 is 0.39438905, and the  $d/t$  of the crystal birefringent plates 6 is 0.005906986. Therefore, if the value of the width of division  $d$  (15 $\mu$ m) is substituted for the above formula (1) to calculate the thicknesses  $t$  of the birefringent plates, 0.380mm is determined as the thickness of the lithium niobate plate, and 2.539mm is determined as the thickness of the crystal birefringent plate. At this time, crystal (phase) plate 2 is used as the phase plate comprising the optical lowpass filter 5.

[0016] As mentioned above, in the combination of the birefringent plates and the phase plate comprising the optical lowpass filter

5, lithium niobate crystal plates having a crystal structure with a high birefringence is used for the birefringent plates, whereby the thickness of the optical lowpass filter 5 can be made thinner than in the conventional case where the crystal birefringent plates 6 are used. In addition, the birefringent plates formed of crystal plates of lithium niobate are used in the present embodiment, however, the same effect can be obtained even when crystal substances including potassium dihydrogenphosphate (KDP), ammonium dihydrogenphosphate (ADP), and calcite ( $\text{CaCO}_3$ ) which have birefringences higher than that of the crystal are used.

[0017] Furthermore, in the present embodiment, the optical lowpass filter 5 is composed of three plates including the birefringent plates and the crystal (phase) plate 2 so that the birefringent plates are adhered to both main surfaces of the crystal (phase) plate 2, wherein lithium niobate crystal plates are used for all the birefringent plates, however, a crystal plate may be used either one of the birefringent plates.

[0018]

[Effects of the Invention] According to the invention, while the number of processes for depositing reflecting preventive films 4 on the main surfaces of the birefringent plates composing the optical lowpass filter is reduced and the thickness of the

plates is reduced, a width of division by the birefringent plates can be efficiently obtained. Thereby, the thickness of the entire optical lowpass filter can be significantly reduced, and the material is also reduced by realizing the reduction in the size and weight of the optical lowpass filter.

[BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS]

[Fig. 1] A side view of the optical lowpass filter of the invention.

[Fig. 2] A side view of the conventional optical lowpass filter.

[Fig. 3] A perspective view for explanation of a general view of the optical lowpass filter.

[Description of Symbols]

- 1 birefringent plate
- 2 crystal plate
- 3 adhesive
- 4 (4a, 4b) reflection preventive film
- 5 optical lowpass filter

[Procedure Amendments]

[Date of filing] March 4, 1998

[Procedure amendment 1]

[Title of document to be amended] Specification

[Title of item to be amended] 0011

[Amending method] Change

[Details of amendment]

[0011] Fig. 3(b) is a perspective view showing the condition of the abovementioned relationship. The input light (incident light) is divided into two, a normal light ray (solid line) and an abnormal light ray (dotted line) by the first birefringent plate 1, and the divided light rays of the normal ray and abnormal ray are transmitted through the crystal plate as they are, and their transmission through the crystal plate eliminates polarization. Thereafter, the rays are transmitted through another birefringent plate, whereby the two light rays transmitted through the crystal plate are further divided into normal light rays and abnormal light rays (four-division), whereby the incident light is blurred and output light in which false signals which lead to the moire phenomenon are attenuated can be obtained. In this case, the width of division of the light ray by the birefringent plates changes depending on the cut angle ( $\theta$ : angle between the normal of the main surface and

the optical axis).

[Procedure amendment 2]

[Title of document to be amended] Specification

[Title of item to be amended] 0014

[Amending method] Change

[Details of amendment]

[0014]

$$d/t = ((n_e^2 - n_o^2) \times \sin\theta \times \cos\theta) / (n_o^2 \sin^2\theta + n_e^2 \cos^2\theta) \dots (1)$$

Herein,  $n_o$ : refractive index of the normal light ray,  $n_e$ : refractive index of the abnormal light ray,  $d$ : width of division by the birefringent plate,  $t$ : thickness of the birefringent plate,  $\theta$ : cut angle ( $45^\circ$ )

Fig.1

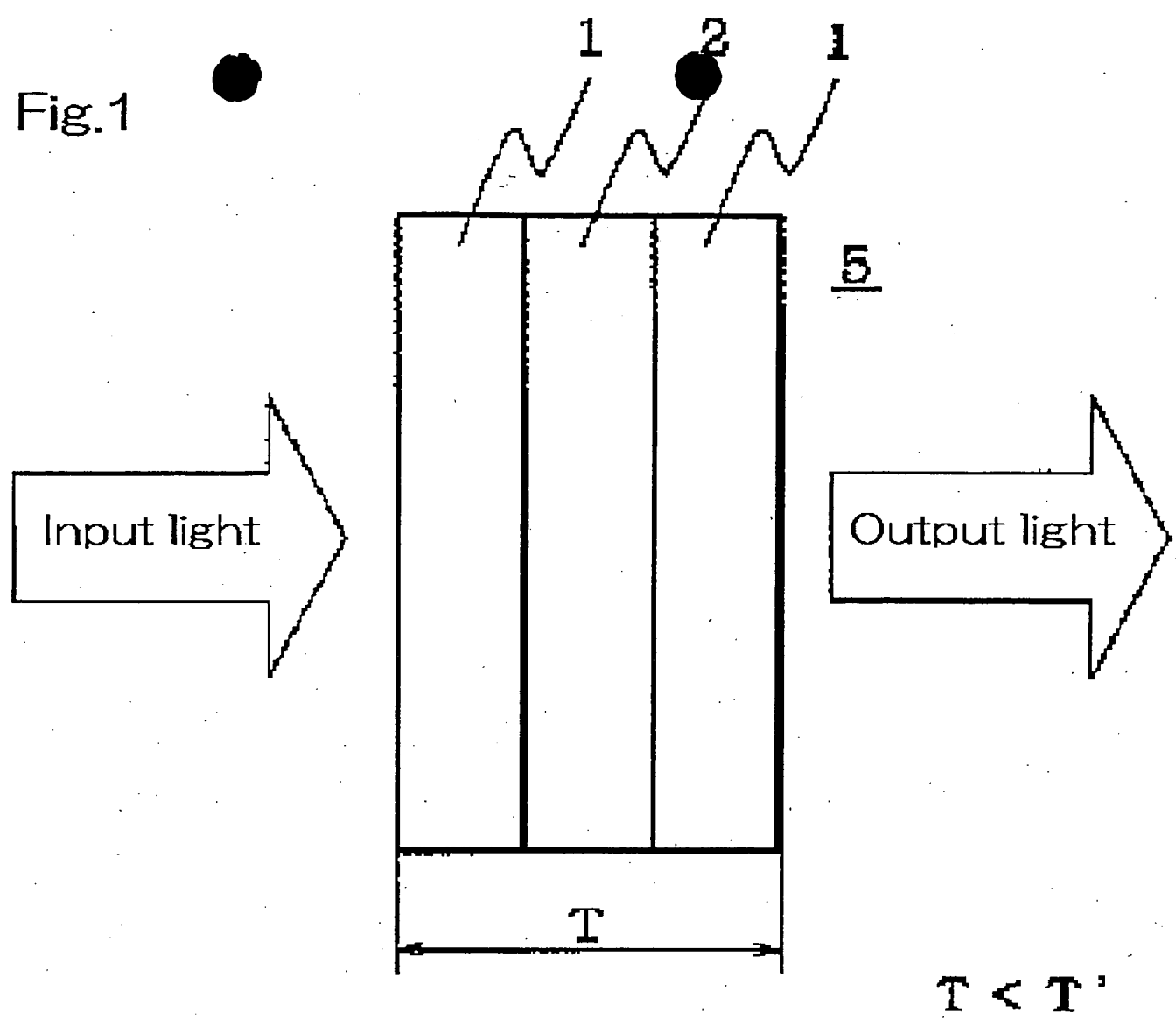


Fig.2

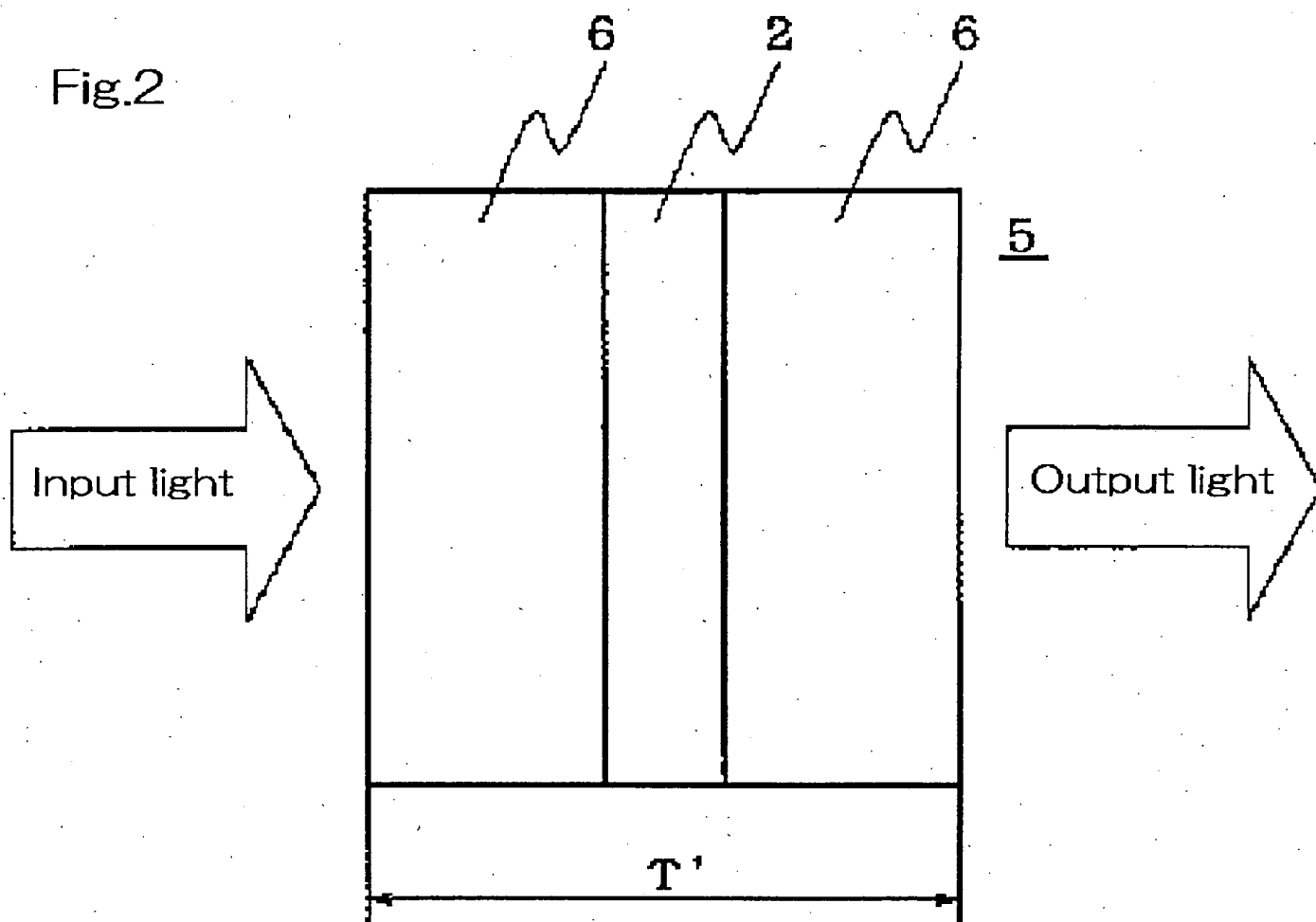


Fig.3

